

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-162575

(43)Date of publication of application : 07.06.2002

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

(21)Application number : 2001-297585

(71)Applicant : XEROX CORP

(22)Date of filing : 27.09.2001

(72)Inventor : STREET ROBERT A

PEETERS ERIC

ROSA MICHEL A

LU JENG PING

CHUA CHRISTOPHER L

(30)Priority

Priority number : 2000 708814

Priority date : 08.11.2000

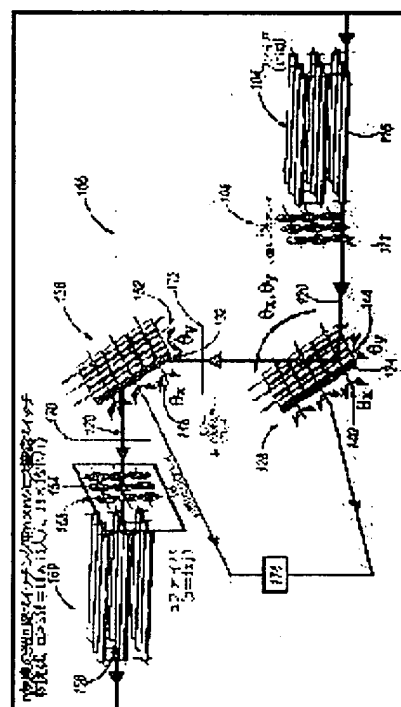
Priority country : US

(54) OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an improved system for aligning optical components.

SOLUTION: Optical cross switches, having the improved system for aligning the optical parts, are mounted. This system 106 utilizes highly transmittable sensors 170 and 172, arranged in the optical paths of light signals and determines the exact positions of the light signals 120. A feedback loop re-regulates the optical parts, by using the outputs from the highly transmittable sensors 170 and 172 and holds the light signals 120 at desired positions. This system 106 is particularly suitable for use in optical cross switches.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-162575  
(P2002-162575A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002.6.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 26/08

識別記号

F I

C 0 2 B 26/08

データベース(参考)

E 2 H 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-297585(P2001-297585)

(22) 出願日 平成13年9月27日(2001.9.27)

(31) 優先権主張番号 09/708, 814

(32) 優先日 平成12年11月8日(2000.11.8)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000798

ゼロックス・コーポレーション  
アメリカ合衆国、コネチカット州、スタン  
フォード、ロング・リッジ・ロード 800

(72) 発明者 ロバート エイ ストリート

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 パロ  
アルト ラ パラ アベニュー 894

(72) 発明者 エリック ピーターズ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 フレ  
モント ミモザ テラス 34287

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

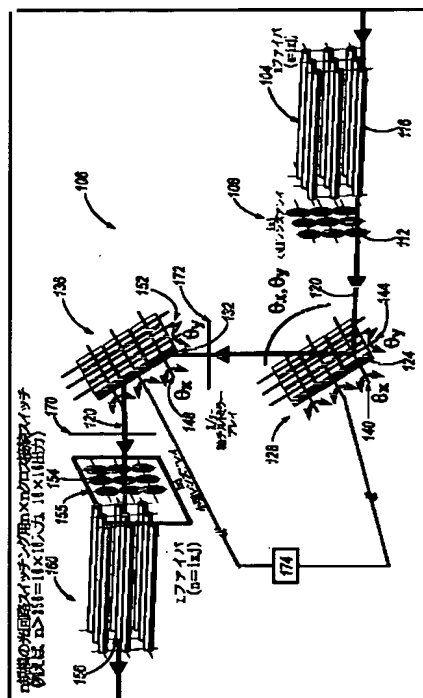
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学システム

(57) 【要約】

【課題】 光学部品を位置合わせするための改良型システムを提供する。

【解決手段】 光学部品を位置合わせする改良型システムを有する光学的クロススイッチが記載されている。このシステム106は、光信号の光路に配置した高透過性センサ170、172を利用して、その光信号120の正確な位置を決定する。フィードバックループは、その高透過性センサ170、172からの出力を用いて光学部品を再調整して、その光信号120を所望の位置に保持する。このシステム106は、光学的クロススイッチで用いるのに特に適している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光信号を制御する光学システムであって、

ビーム偏向デバイスのアレイと、

前記ビーム偏向デバイスのアレイ内のビーム偏向デバイスからの光信号を受け取る受信デバイスのアレイと、  
前記光信号が通過する高透過性センサを有し、前記センサが光信号の位置を検出して決定し、決定した位置を用いて、前記ビーム偏向デバイスのアレイ内のビーム偏向デバイスを調整し、前記光信号が受信デバイスのアレイ内の受信デバイスに到達できるようにする光学システム。

【請求項2】 光信号を導く光学スイッチング・システムであって、

第一可動ミラーを有する可動ミラーの第一アレイと、  
前記第一可動ミラーからの光信号を受け取り、前記光信号を所定の光ファイバに導く第二可動ミラーと、  
前記光信号の位置を検出し、前記光信号が所定の光ファイバに導かれていないとき、及び、前記光信号が所定の光ファイバに導かれているときに信号を出力する第一高透過性センサを有し、前記光信号が、第一高透過性センサを介して、所定の光ファイバに到達する光学システム。

【請求項3】 光信号を制御する光学システムであって、

ビーム案内デバイスと、

前記ビーム案内デバイスからの光信号を受け取る受信デバイスと、  
前記光信号が通過する高透過性センサを有し、前記センサが光信号の位置を検出して決定し、決定した位置を用いて、前記ビーム案内デバイスを調整し、前記光信号が受信デバイスのアレイ内の受信デバイスに到達できるようにする光学システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信システム等に利用される光学システムに関し、特にファイバ等の出力を複数の異なるファイバ等の一つに切り替えるような光学的スイッチング・システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在の通信システムは、電子的データ送信法から広帯域光通信システムに移行している。効率を改善するために、このようなシステムは理想的には、光学的スイッチング・システムを利用する。ファイバの出力を複数の異なるファイバの一つに切り替えるこのようなスイッチング・システムの一例は、ブルソード (Broussaud) などの米国特許第4,365,863号、発明の名称「Optical Switch for a Very Large Number of Channels」、1982年12月公告に記載されて

いる。

【0003】光学システムの問題の一つは、光学部品間の位置合わせが重要であることである。わずかなズレが、信号の損失、または不適切な情報の伝送を引き起こすことがある。この問題は、光ファイバに光信号を接続する前に、自由空間を相当な距離にわたって光信号を伝搬させるスイッチング・システム内で特に深刻である。

【0004】位置合わせを改善するために、様々な位置合わせ技術が提案されている。一つの技術では、ミラーやビームスプリッタのような偏向デバイスが、元の光ビームまたは信号の一部をセンサへ偏向させる。このシステムは、偏向デバイスの相対的な向きおよび位置と、偏向したビームの位置に基づいて、元の光ビームまたは信号の期待される位置を決定する。フィードバックループは、センサからミラーまたは他の装置に情報を送り、元の光ビームが適切に位置合わせされていることを保証する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ビームスプリッタを用いる説明したシステムには、いくつかの欠点がある。第一の欠点は、システムの複雑さを増大させることである。特に、説明したシステムは、偏向デバイスおよび、偏向デバイスに対する部品とセンサの細心の位置決めを必要とする。第二の欠点は、偏向デバイスが一般に入射光の大部分を偏向し、元の光信号の信号強度を低下させることである。低下した光信号強度は信号対雑音比を減少させ、送信される光信号を増幅するための増幅器の必要性を増大させる。

【0006】従って、光学部品を位置合わせするための改良型システムが必要とされる。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】光学的クロス接続システム等の、正確な位置合わせを必要とするシステムで用いるのに、理想的に適した高透過性センサが記載されている。すなわち、光信号を制御する光学システムであって、ビーム偏向デバイスのアレイと、前記ビーム偏向デバイスのアレイ内のビーム偏向デバイスからの光信号を受け取る受信デバイスのアレイと、前記光信号が通過する高透過性センサを有し、前記センサが光信号の位置を検出して決定し、決定した位置を用いて、前記ビーム偏向デバイスのアレイ内のビーム偏向デバイスを調整し、前記光信号が受信デバイスのアレイ内の受信デバイスに到達できるようにする。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以降の説明では、入射光信号を検出する高透過性センサが記載されている。その光信号は一般に、600～1600ナノメートル (nm) の波長範囲である。図1は、このような高透過性センサを用いるシステムの一例を示している。図1において、 $i, j$  ( $i \times j$ ) マトリクスのファイバを構成する出力ファイバ1

04のグループは、クロススイッチング・システム106に光信号を出力する。i×jレンズアレイ108は、クロススイッチング・システム106で用いる各ファイバの出力を集束する。例えば、レンズ112は、クロススイッチング・システム106への出力ファイバ104のグループ内の対応するファイバ116が出力した光信号120を集束し導く。

【0009】クロススイッチング・システム106の一実施例は、可動ミラーの二つのアレイを有する。この明細書では理解を容易にするためにミラーを用いているが、当然のことながら、他のビーム偏向または導光装置を用いることもできる。例えば、カリフォルニア州サンベールのSilicon Light Machinesが製造し、カリフォルニア州サンノゼのCypressが最近入手した可動レンズおよび回折格子ライトバルブを、ミラーの代わりに用いることもできる。可動ミラーの二つのアレイ内の各ミラーは回転し、入射光信号の経路を方向変換することができる。例えば、第一ミラーアレイ128内の第一ミラー124は、第二ミラーアレイ136内の第二ミラー132に光信号120を導く。第一ミラー124は、x軸の回転140とy軸の回転144の両方で回転し、第二ミラー132上に所望の角度で入射するように光信号120を導く。同様に、第二ミラー132は、対応するx軸の回転148または対応するy軸の回転152で回転し、受信レンズアレイ155内の所定のレンズ154に光信号120を導く。所定のレンズは、受け取った光信号を対応する光ファイバ上に集束する。例えば、レンズ154は、受信ファイバアレイ160内の対応する受信ファイバ156上に光信号120を集束する。

【0010】Lucent Technologiesが実現したクロススイッチの別の実施例は、前述の可動ミラーの二つのアレイの代わりに、単一の固定ミラーと一つのアレイの可動ミラーを用いている。このような別の実施例において、可動ミラーのアレイ内の第一ミラーは、固定ミラーに光を反射する。その固定ミラーは、可動ミラーのアレイ内の第二ミラーに光を導く。その第二ミラーは回転し、レンズまたは光学システムの他の所定の受信部品に光信号を導く。

【0011】様々な方法を用いて、ミラーの回転を制御でき、位置合わせによって、所定のレンズや受信ファイバにミラーの出力が導かれることを保証する。一般に、各ミラーは、ミラーへ電気信号を印加することによって制御可能なMEMSミラーである。

【0012】記載したクロスシステムの一つの問題は、各ミラーが、非常に正確に位置合わせしなければならない相応のチルト角を有することである。ミラーの位置を決定する方法は、ミラーの移動を制御する構成要素に沿って、歪みゲージを配置することである。この歪みゲージの変形がミラーの位置を示す。制御電子回路(図示

せず)は、その情報を用いてミラーを適切に回転させることができる。しかし、このような歪みゲージは製造や位置合わせが困難である。さらに、歪みゲージの参照点ミラー基板であるため、このような歪みゲージを用いて、レンズアレイまたはファイバアレイに対するミラーアレイの移動を補償することはできない。レンズアレイに対するミラー基板の移動または動きは、温度変化によって生じる可能性がある。

【0013】ミラーを位置合わせする第二の方法では、LEDまたは他の光源を用いて、電荷結合素子(CCD)センサカメラ等の不透光検出器に、ミラーから斜めの角度に光を反射することができる。しかし、このようなシステムも、センサおよび受信ファイバに対してミラーを正確に位置合わせする必要がある。

【0014】長い光路とビームスプリッタの必要性を避けるために、高透過性センサ170は、第二ミラーアレイ136から反射した光の光路に沿って配置する。光ビームはセンサを通過し、そのセンサはビームの位置を正確に決定できるように構成する。次に、ミラーの角度を調整してビームを正確な位置にもたす。この発明のいくつかの実施例ではさらに、第一ミラーアレイ128と第二ミラーアレイ136の間にセンサ172を有し、第一ミラーアレイ128内のミラーのチルト角の制御を容易にすることが望ましい。第一ミラーアレイ128内のミラーのチルト角を制御することで、第二ミラーアレイ136内の対応するミラー上で、光の適切な入射位置と角度を保証する。高透過性センサ170と高透過性センサ172が入射光の位置を検出し、フィードバック電子回路174がその情報を用いて、第一ミラーアレイ128と第二ミラーアレイ136内のミラーの位置を補正する。特に、フィードバック電子回路174は、送られた各光信号がレンズアレイ155内の対応するレンズ上の中心に合うことを保証する。レンズは、ファイバ束160内の対応するファイバに入射光信号を導く。

【0015】図16は、図1のシステムの動作を説明するフローチャートである。ブロック1604において、クロススイッチは光ビームを受け取る。そのビームは、第二ミラーアレイに密接に配置した第一高透過性センサを介して、第一ミラーアレイから反射される。第一高透過性センサは、ブロック1608で光ビームの位置を検出する。ブロック1612では、処理電子回路が補償値を決定する。この補償値は、光ビームが第二ミラーアレイ内の所定の第二ミラー上に入射するように、高透過性センサと所定の位置または「目標位置」によって決定された位置の関数である。この発明の一実施例では、受信ファイバ束の各ファイバは第二ミラーアレイ内の一つのミラーに対応し、従って対応する第二ミラー位置や目標位置は、ファイバが第一ミラーアレイから信号を受け取るように決められる。

【0016】ブロック1616では、補償値から補償信

号を決定する。この補償信号を設定してxチルトとyチルトの両方でミラーを調整し、光ビームを目標位置に到達させる。この補償信号は、ミラーのチルトを制御するアクチュエータまたはMEMSに印加し、ミラーの向きを再調整してビームを目標位置に方向変換する。ミラーを再配置後、第一高透過性センサは再びブロック1620でビーム位置を決定する。ブロック1624では、ビームが適切に配置されていないことを第一高透過性センサが確認したとき、ブロック1612~1620を繰り返してさらにミラーの向きを補正する。

【0017】ブロック1624で、光ビームが第二ミラーアレイ内の第二ミラー上に適切に入射していることをシステムが確認したとき、第二高透過性センサは、ブロック1626で第二ミラーから反射したビームの位置を検出する。一般に、第二高透過性センサは、レンズから所定の光ファイバラインに光を集束するレンズに密接に配置する。この密接さによって、第二高透過性センサにおける光ビームの位置が、レンズアレイにおけるビーム位置に対応することが保証される。

【0018】ブロック1628では、処理電子回路が、レンズアレイにおけるビームの所望の位置とビームの実際の位置に基づいて第二補償値を決定する。どのファイバが信号を受け取るべきかということはわかっており、レンズアレイ内の各レンズと各ファイバの間は一つ一つ対応であるので、どのレンズが信号を受け取るべきかということもわかる。レンズの位置はわかっているため、所望の位置もわかる。この高透過性センサは、実際のビーム位置を提供する。

【0019】ブロック1632では、第二補償値を用いて、アクチュエータまたはMEMSデバイスに印加する第二補償信号を生成する。このアクチュエータは、第二ミラーを傾けて光信号を新しい位置に動かす。

【0020】光信号を新しい位置に動かした後、第二高透過性センサは再びブロック1636でビーム位置を測定する。ブロック1640で新しい位置が所望の位置と合っていないことを確認すると、ブロック1628~1640を繰り返して、第二ミラーのチルトをさらに調整する。この手順は、ビームがレンズに適切に配置されていることをブロック1640で回路が確認するまで繰り返す。

【0021】このセンサは、基板上に成膜した適切な金属接点を備えた薄膜半導体を有し、その各層は光ビームに対して実質的な高透過性を有する。好ましい実施例では、高感度検出器を作るために知られ所定の波長において実質的に透明である半導体として、水素化アモルファス・シリコン(a-Si:H)を用いる。しかし、バンドギャップが0.8 eV (1.55  $\mu\text{m}$ ) または0.95 eV (1.3  $\mu\text{m}$ ) である他の光導電材料を用いることもできる。このような材料の例は、例えば、Ge、有機光導電体(例えばベンゾイミダゾール ペリレン、ボ

リ(3-ヘキシルチオフェン) P3ht)、多結晶シリコン、a-Geなど、a-Si:Hの合金を含むがそれに限定されない。一般的な高透過性金属導体の例には、インジウム錫酸化物(ITO)または酸化亜鉛がある。一般的な基板材料には、ガラスまたはプラスチックがある。

【0022】ここで用いられるように、説明したセンサ170に用いられる「高透過性」または「透明」というのは、光信号の実質的に全ての光がセンサ170を通過することを意味する。実際には、センサ内でキャリアを生成するために、ごくわずかの光子が吸収される。アモルファス・シリコン層と、導電板として機能するITO層で吸収される光子の割合は一般に1~2%未満である。例えば、波長1.55  $\mu\text{m}$ において、厚さ1  $\mu\text{m}$ のa-Si層は、0.1%未満の入射光子を吸収する。厚さ100 nmのITO層は一般に、入射光子の0.1~0.5%を吸収する。

【0023】より実質的な損失は、センサ面の反射による光子損失から生じる。導電板として機能するITO層の厚さが、入射光の波長の半分である最適化していない場合では、反射光の割合は60%近くまでになる。このような高い損失割合は許容できない。しかし、このような損失は著しく低減することができる。例えば、ITO層の厚さを入射光の波長の4分の1まで、アモルファス・シリコン層の厚さを入射光の波長の約3.5倍に最適化することによって、反射光の割合は最適な波長では1.7%まで低減できる。入射光の波長が1.55  $\mu\text{m}$ で一般的に最適化した場合、ITO層の厚さは258 nmになるように構成し、アモルファス・シリコンの厚さは1,560 nmになるようにする。反射による損失を最小にするために、この発明のいくつかの実施例では、センサまたは基板上に成膜した追加の反射防止膜を用いる。反射防止膜の使用と製造方法は当業者にはよく知られている。

【0024】この発明の一実施例では、吸収または反射される光子の全割合は10%未満であり、1.3~1.55  $\mu\text{m}$ の波長範囲の光信号の少なくとも90%が、そのセンサ構造を通過することができる。最適化したシステムでは、吸収または反射される光子の割合は、さらに5%まで低減され、入射光信号の95%が、高透過性センサを通過することができる。上記の特定の波長は一般に、光通信システムで用いられるものであるが、アモルファス・シリコン内に少数のキャリアを生成する他の波長を用いることもできる。波長が短くなるにつれて、通信周波数の下端に近づき、センサ内の吸収は一般に増大する。

【0025】クロススイッチ・アレイからの多くの光ビームの位置を検出する特定の問題のために、いくつかの異なる設計が機能し、好ましい実施例は、ビームの数、検出を必要とする速度、および光学システムの他のパラ

メータに依存する。我々は、三つの別のセンサ構成を説明する。図2～9は位置感度検出器の様々な実施例を示しており、図10～12は特定の寸法のビームに対して適合させた強度センサを示しており、図13～14は、光ビームより多くの画素を備えた画素化センサアレイを示している。

【0026】図2は、高透過性センサ170の一実施例の断面を示している。図2において、上側コレクタ板204と下側コレクタ板208を含む、一対の高透過性コレクタ板は、センサ媒体212を挟持している。この発明の一実施例では、センサ媒体はa-Si:H構造を形成するアモルファス・シリコンである。コレクタ板204、208は、様々な高透過性導電体から構成することができる。図の実施例では、インジウム錫酸化物(ITO)材料がコレクタ板204、208を構成している。センサ媒体212とコレクタ板204、208の組み合わせは、厚さ約1～5 $\mu$ mのp-i-nダイオード構造を形成する。別の実施例では、ショットキ・ダイオード構造を用いることもできる。

【0027】ガラスなどの高透過性基板216は、コレクタ板204、208とセンサ層212を支持する。コレクタ板204、208、センサ層212および基板216の透明性によって、入射光信号は最小の減衰で高透過性センサを通過することができる。コレクタ板204の端部に沿った電極ストリップ220、224は、a-Si層で生成した電荷を集める。この電極ストリップは一般に、金属等の不透明の導電材料から構成される。

【0028】説明した構造によって、低バイアス電圧で高電荷収集が可能になる。300Kでのセンサの暗漏れ電流は、約 $10^{-11}$  A/cm<sup>2</sup>である。一般にレーザビームによって生成された光信号が、a-Siセンサに衝突すると、わずかな割り合いの光子が吸収される。吸収された光子は、局所的なキャリアを生成する。ITOコレクタ板204、208の間に挟持した厚さ1～2 $\mu$ mのアモルファス・シリコン層を用いるセンサにおいて、1.55 $\mu$ mの周波数範囲における1mWのレーザビームは、約 $10^{-8}$  Aの電流を生成する。

【0029】センサ媒体に印加したバイアスによって、キャリアはセンサ媒体を介してITOコレクタ板204、208の短い距離を移動する。ITOコレクタ板204、208は、生成した局所的なキャリアを端部の電極ストリップ220、224に運ぶ。各電極ストリップ220、224は、対応する端子228、232に接続する。端子228に集めた電荷と、端子232に集めた電荷の比が、入射ビームの光エネルギーの中心または重心の横方向の位置(x座標)の尺度となる。決定した情報を用いて、図1に示したMEMSミラーの位置のフィードバックを提供することができる。制御ループは、校正表のx座標にできるだけ近づくように、MEMSミラーの出力の位置を保持する。

【0030】MEMSミラー系で用いる場合、初期の校正は製造時に設定してもよい。図1の高透過性センサ155をレンズアレイに接して、または対向させて取り付けるとき、レンズ位置とセンサ位置の間の関係は、経時変化してはならない。実際の使用では、各ミラーのアクチュエータは、数分ごと、またはミラーを新しいチルト角に駆動または移動させた後に再校正することができる。

【0031】図3は、図2に示したセンサ構造の平面図を示している。図3において、電極ストリップ220、224と直交する向きの電極ストリップ304、308は、Y軸に沿った光信号の位置を決定する。特に、電極ストリップ304、308は、対応する端子312、316に電荷を供給する。各電極に集めた電荷の比は、y方向の入射光ビームの重心を示す。

【0032】図3の単純な構造には、いくつかの問題がある。第一の問題は、複数のビームがセンサ上に入射したとき、異なるビームを区別する方法が必要とされることである。ビームを区別する一つの方法は、ミラー124のようなミラーを駆動することで検出したビームの位置を、所定の周波数でサイン波のような所定のパターンに変調することである。センサ読み出し内の周波数フィルタは、所定の周波数でセンサ信号を通過させ、変調したビームの位置の決定を可能にする。しかし、複数のビームによってもたらされた雑音は、前述の方法の拡張性を制限する。

【0033】信号対雑音比を改善する別の方法には、アモルファス・シリコンにゲルマニウムのような合金材料を加えることで、アモルファス・シリコンによる光子の吸収を増大させることがある。しかし、吸収を増大させることは、センサの「透明性」も低下させる。信号対雑音比を改善するより良い方法は、単一の大きなセンサをより小さなセンサのアレイと置き換える、または大きなセンサを画素化することである。センサの信号対雑音比は、センサの大きさに反比例し、小さなセンサのアレイは生成される雑音を低減する。図4～10は、適切な信号対雑音比を維持しながら、最大の透明性を維持するために、単一の大型高透過性センサを分割または画素化する方法を示している。

【0034】図4は、Y軸のような軸に沿って配置した金属電極404、408、412、416を用いて、同相分除去を改善し、単一の方向の位置感度を向上させるセンサ400の平面図である。図5は、このような高透過性センサを二つ組み合わせたものを示しており、第一センサ504は、第二センサ内の金属電極と直交する用に配置した金属電極を有する。二組の直交する電極は、x方向およびy方向の両方で位置感度を改善できる。特に、第一センサ504はx軸に沿って入射光信号の位置を決定し、第二センサ506はy軸に沿った位置を決定する。

【0035】図6は、単一の高透過性基板600上の多層行列センサの側断面図、図7は平面図を示している。図6および図7に示した構造は、図5の隣接するセンサまたは「背中合わせの」センサを、共通の高透過性基板600上の単一のセンサ構造に置き換えたものである。

【0036】図6において、高透過性基板600は、x方向などの第一方向に沿って走る平行導電性の、一般に金属電極604を支持する。アモルファス・シリコン608の第一層は、金属電極604上に成膜する。この発明の一実施例では、ITO層（図示せず）は、アモルファス・シリコンと金属電極の間の導電板として機能する。また、金属電極604の近傍のアモルファス・シリコン層は、高濃度にドーピングして導電層を構成する。入射光ビームに応じて、第一層608はキャリア雲を生成する。高透過性導電板612はバイアス電位を提供し、ITO層（図示せず）等の導電領域またはアモルファス・シリコンの高濃度ドーピング領域に、入射光ビームが生成したキャリアを動かす。その導電領域は、最も近い金属電極604にキャリアを導く。金属電極604の各金属電極に到達するキャリアの比率が、入射光ビームのおおよそのy座標を示す。

【0037】図に示した実施例では、第二アモルファス・シリコン層616は、導電板612上に成膜する。入射光ビームがアモルファス・シリコン層616を通過すると、キャリア雲が、第二アモルファス・シリコン層616内に生成される。アモルファス・シリコン層616内の電位差は、第二導電板620にキャリアを動かす。導電板620は、金属電極624の第二アレイ内の最も近い電極にキャリアを運ぶ。その電極は、検出電極（図示せず）にキャリアを運ぶ。

【0038】図7は、金属電極624の第二アレイが、金属電極604の第一アレイに対して直交していることを示している。従って、金属電極604がx方向に向いているとき、金属電極624はy方向に向いている。金属電極624の第二アレイの各電極が受け取るキャリアの比率は、x方向の光ビームの位置を決定するために用いられる。

【0039】図8は、共通電極804（アモルファス・シリコンおよび対応するITOと同じ）層として機能する導電層を分割するセンサ構造800の平面図である。共通電極804を分割することによって、金属電極808が電流を検出したとき、その電流がセンサの所定の領域のみに関連付けられるように、バイアスを印加できる。キャリア雲の二次元的な位置決めが可能になるように、図8のセンサ構造800を、図9に示したような二層構造に繰り返すこともできる。図9において、第一層904の電極と第二層908の電極は直交している。この直交した配置が、x方向とy方向の両方で入射光ビーム912の位置の決定を可能にする。図の構成を用いると、センサとファイバ160の位置を固定した後、各フ

ァイバに対するセンサの校正が実現できるので、図1のレンズまたはファイバ160に対して、センサを正確に機械的に配置する必要がなくなる。

【0040】図10は、図1の光スイッチ106からの光ビームをレンズアレイ154に対して位置合わせするための、高透過性強度センサ1000の側面図であり、図11は平面図である。この強度センサは、一般にアモルファス・シリコンであり、第一高透過性導電層1008と第二高透過性導電層1012の間に配置した高透過性検出層1004を有する。このセンサ構造は、高透過性基板1016で支持する。

【0041】図11は、二つの層1100、1104を含む強度センサ1000の平面図である。各層は、第一層1100の平行な帯1108、1112のような、一連の平行なアモルファス・シリコン（と導電層）の帯に分割される。その帯の幅は、ビームが一つの帯内のアモルファス・シリコンと直接重なったとき、センサ出力が最大になるように、センサにおけるビームの直径にほぼ合わせる。従って、センサ電子回路は、ビームが適切に位置合わせされていることを確認できる。一般的な光スイッチ・システムでは、一つの帯の幅は500～5000μmである。

【0042】二次元での位置決定を容易にするために、第二層1104の平行な帯は、第一層1100の平行な帯と直交させる。前述のように、各ストリップの幅は、好ましくは入射光ビームの幅とほぼ等しくする。センサによって生成された信号は、ビームの中心または重心が、第一層1100と第二層1104の帯の交差部の中心に配置されたとき最大となる。その信号は、光信号が、第一層1100と第二層1104のどちらか一方の平行な帯の間の領域を横切ると減少する。レンズアレイ154内の各レンズの中心に帯が交差するように配置することで、フィードバック信号を生成し、対応するレンズとビームの位置合わせを容易にする。

【0043】ビームの幅が帯の幅と一致していなくても、ミラーアレイ136内のミラー152のようなミラーに、所定の周波数で正弦波または他の周期的な動作を加えることによって位置合わせが実現される。ビームの移動の中心が、第一層1100と第二層1104内の平行な帯の間の交差部の中心と一致するとき、センサ出力信号の大きさは、所定の周波数の二倍の周波数を有する。

【0044】図12は、レンズ上でビームの中心を合わせるために強度測定を用いる別の構造を示している。図12の構造によって、帯1108、1112等の平行な帯の幅を、ビームの幅と実質的に異なるものにできる。図12において、センサ帯1204等の各センサ帯は、第一ハーフ1208と第二ハーフ1212等の二つの部分に分割する。狭い絶縁領域が、第一ハーフ1208と第二ハーフ1212を分割する。同様に、直交するセン



サ帯1216は、二つの部分1220、1224に分割する。光ビーム1228が、センサ帯1204と直交するセンサ帯1216の交差部1232上に適切に中心を合わせるとき、光ビームのほぼ半分が、センサ帯1204の第一ハーフ1208上に入射し、その光ビームの他の半分が、センサ帯1204の第二ハーフ1212上に入射する。従って、第一ハーフ1208内の電流は、第二ハーフ1212内の電流とほぼ一致する。同様に、部分1220内の電流は、部分1224内の電流と一致する。各ハーフ内の電流が一致することを確認するために、電流の差を用いる、つまり「無効化」(nulling)すると、入射光ビームを各ハーフの中心に合わせることができる。交差部1232が、レンズアレイ154内のレンズの中心等の下部の対象と位置合わせされていない場合は、校正テーブルを用いて、ビームがレンズの中心に位置合わせされているときに、各ハーフ帯内に生じる所望の電流比を指定することができる。

【0045】図13は、光ビームより多くの画素1304、1308を有する画素化したセンサ1300アレイを示す。各画素の側面図は図14に示す。各画素は、センサ媒体として機能する真性アモルファス層1404を有する。上部1408はp型にドーパし、底部1412はn型にドーパして、バイアス電圧を印加するための接合部を設けることができる。上部高透過性導電体1416にはバイアス電圧を印加して、入射光によって生成されたキャリアを、底部高透過性導電体1420に移動させる。

【0046】図13に戻ると、ゲート線は、画素1304、1308等の各画素上のデータの読み出しを制御する。図の実施例では、ゲート線1312が、トランジスタ1316、1320等のトランジスタのゲートを制御する。ゲート線1312に電圧を印加すると、画素1304、1308等の画素の内容が、対応するデータ線1324、1328に接続した電子回路によって読み出される。電子回路は、データ線からのデータを用いてビームの位置を決定し、信号を送ってミラーのチルトを補正する。

【0047】画素の大きさは、検出されるビームの大きさによって決定される。例えば、50~75 $\mu$ mの画素サイズで512 $\times$ 512の画素アレイは、200~500 $\mu$ mの幅の光ビームの位置を決定するための補正寸法を有する。そのビームは多くの画素を満たし、照射された画素全てからの応答を用いて、画素サイズより高い精度で各ビームの重心を位置決めできる。ビーム間のクロストークを避けるために、それらの画素は一つの画素内で重なってはいけな。このようなクロストークは、ビームの大きさより画素の大きさをずっと小さく設定することによって避けられる。

【0048】前述のように、これらのアレイは、上部および底部接点にITO、センサとしてアモルファス・シ

リコンを用いることによって、高透過性に構成できる。センサ内の情報は、前述のようなアクティブ・マトリクス・アドレッシングを用いて読み出すことができる。アクティブ・マトリクス・アドレッシングを用いると、複数の画素を同時に読み出すことができ、順次読み出し手順を用いるパッシブ・マトリクス・アドレッシングに比べて、応答時間を高速化できる。一般に、図13に示したゲート線とデータ線の両方を含む金属アドレス線は、十分小さいのでビームを致命的には減衰させない。しかし、最大の透過性が要求される場合、ゲート線やアドレス線もITOで構成することができる。

【0049】図12の分割センサ等の強度センサからデータを読み出す別の方法は、図15に示されている。図15において、バイアス線1502は、センサ媒体1503に隣接する導電層にバイアスを与える。センサ媒体1503内に生成されたキャリアを受け取る一連の電極帯1504、1508、1512、1516は、対応する薄膜トランジスタ1520、1524、1528、1532に接続されている。

【0050】センサの読み出しが必要なときは、共通ゲート線1536に電圧を印加する。共通ゲート線1536の電圧は、薄膜トランジスタ(TFT)1520、1524、1528、1532のゲートで受け取る。アサートされた電圧は、対応するTFTをオンにする。オンになると、各電極で生成された電圧が、出力読み出し線1540、1544、1548、1552上で検出される。その出力読み出し線に接続した処理電子回路は、出力信号を処理して、センサ上に入射した光ビームの位置を決定する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 少なくとも一つの高透過性センサを有するクロス接続光スイッチング・システムの一般的な構造図である。

【図2】 アモルファス・シリコン位置感度検出器(PSD)の横断面の簡略化した概略図である。

【図3】 アモルファス・シリコン位置感度検出器(PSD)の平面図である。

【図4】 同相分除去を改善するために、センサを帯状に分割しているPSDの平面図である。

【図5】 x方向とy方向を含む二次元での検出を改善するために、分割したセンサを二つ組み合わせた図である。

【図6】 単一の高透過性基板上の多層行列センサの側面図である。

【図7】 単一の高透過性基板上の多層行列センサの平面図である。

【図8】 共通電極として機能する導電層を分割するセンサ構造の平面図である。

【図9】 分割し直交する向きに配置した導電層を二つ含むセンサ構造の平面図である。

【図10】 光ビームを位置合わせするための高透過性強度センサの側面図である。

【図11】 光ビームを位置合わせするための高透過性強度センサの平面図である。

【図12】 入射光信号を中心に合わせるために、狭い間隙を有する平行な帯を用いる高透過性強度センサの平面図である。

【図13】 アクティブ・マトリクス撮像素子の平面図である。

【図14】 図13のアクティブ・マトリクス撮像素子の一画素の側面図である。

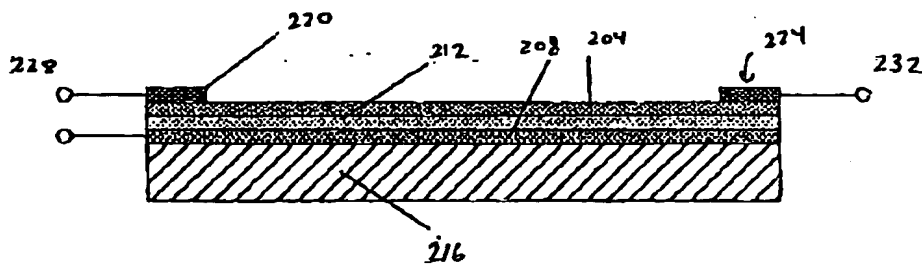
【図15】 分割したセンサをアドレスするマトリクスの一方法を示す図である。

【図16】 図1のクロススイッチの動作を示すフローチャートである。

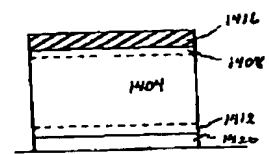
【符号の説明】  
 106 クロススイッチング・システム、104 出力ファイバ、108、155 レンズアレイ、112、154 レンズ、116、156 ファイバ、120 光信号、128 第一ミラーアレイ、124 第一ミラー、136 第二ミラーアレイ、132 第二ミラー、140、148 x軸の回転、144、152 y軸の回転、160 ファイバアレイ、170、172 高透過性センサ、174 フィードバック電子回路、204 上側コレクタ板、208 下側コレクタ板、212

センサ層、216 基板、220、224、304、308電極ストリップ、228、232、312、316 端子、404、408、412、416 金属電極、400 センサ、504 第一センサ、506 第二センサ、600 高透過性基板、604、624 金属電極、608 第一層、612 高透過性導電板、620 第二導電板、616 第二層、804 共通電極、800 センサ構造、808 金属電極、904 第一層、908 第二層、912 入射光ビーム、900 センサ構造、1008 第一高透過性導電層、1012 第二高透過性導電層、1004 高透過性検出層、1016高透過性基板、1100 第一層、1108、1112 帯、1204、1216 センサ帯、1208、1220 第一ハーフ、1212、1224 第二ハーフ、1228 光ビーム、1232 交差部、1304、1308 画素、1300 センサアレイ、1312 ゲート線、1316、1320 トランジスタ、1324、1328 データ線、1404 アモルファス層、1408 上部、1412 底部、1416 上部高透過性導電体、1420 底部高透過性導電体、1502 バイアス線、1503 センサ媒体、1504、1508、1512、1516 電極帯、1520、1524、1528、1532 薄膜トランジスタ、1536 ゲート線、1540、1544、1548、1552出力読み出し線。

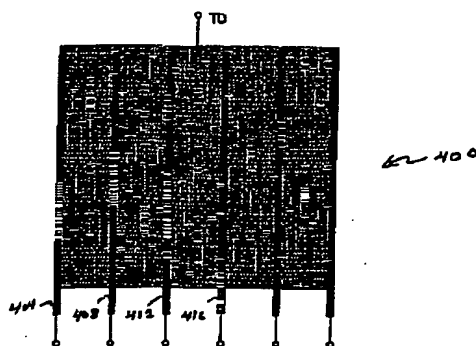
【図2】



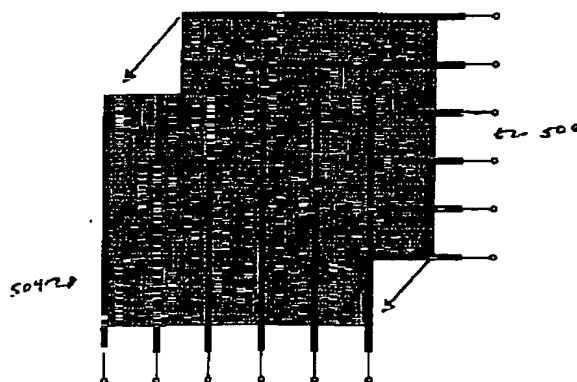
【図14】



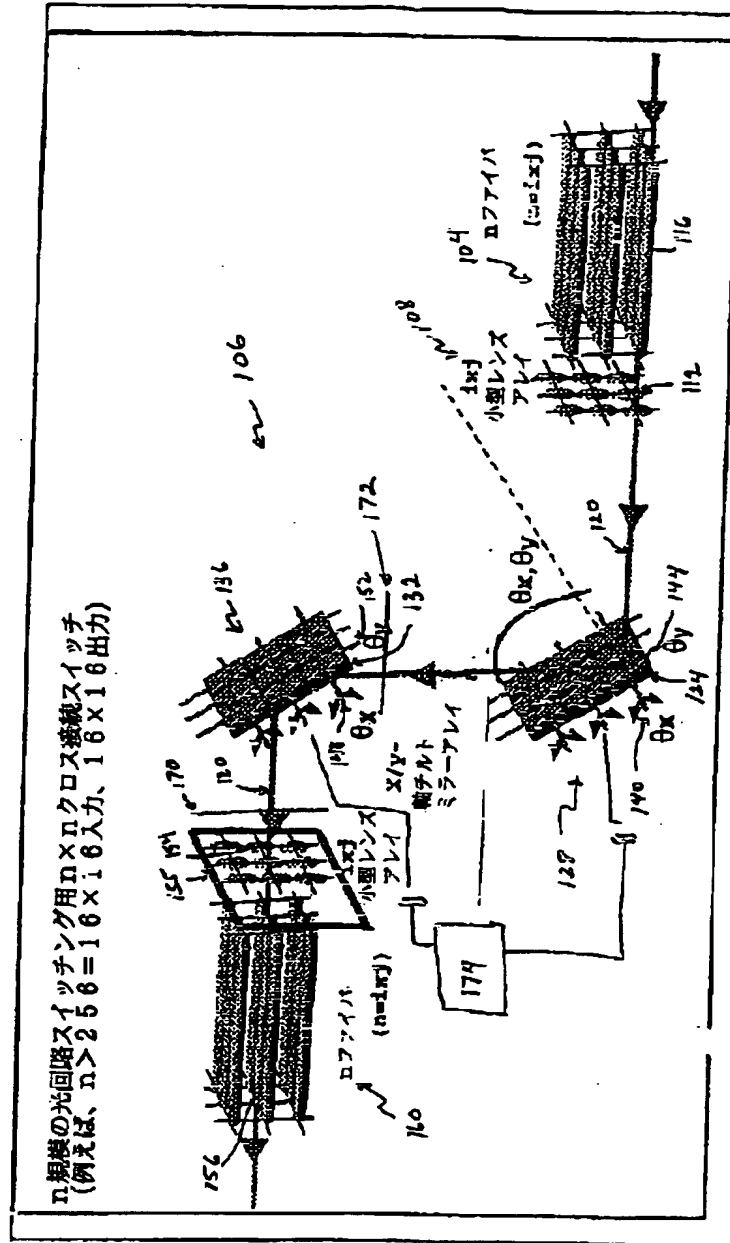
【図4】



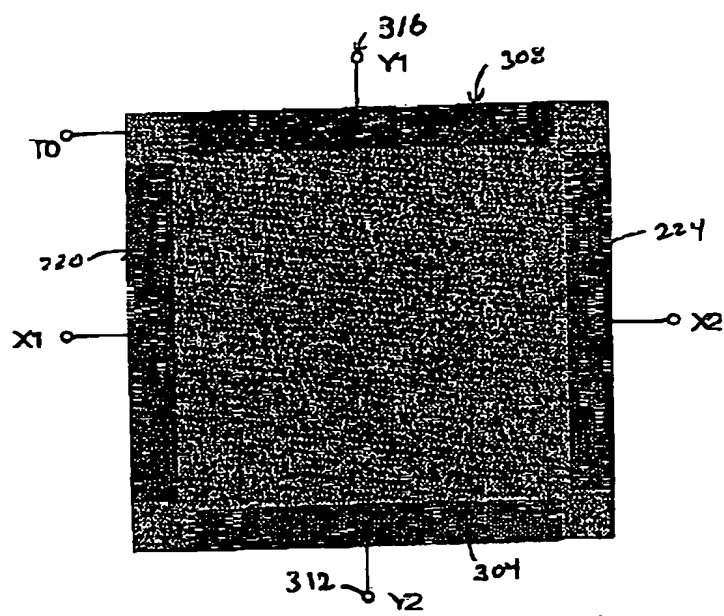
【図5】



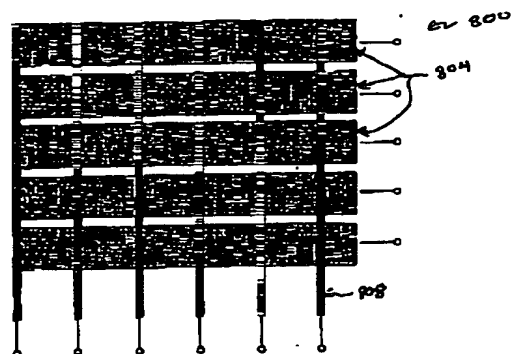
【図 1】



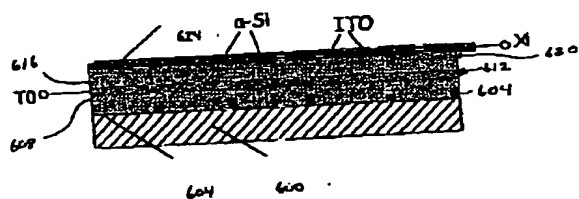
【图3】



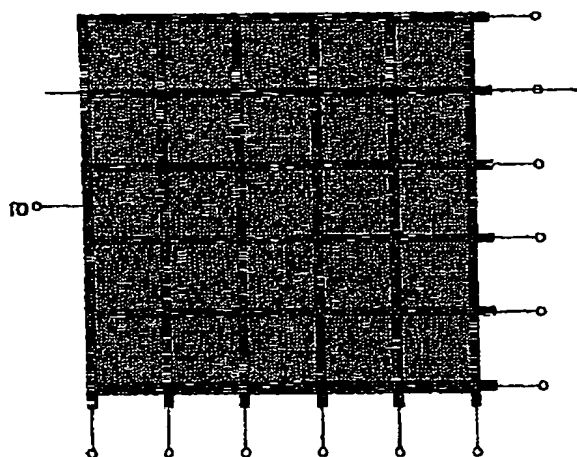
【図8】



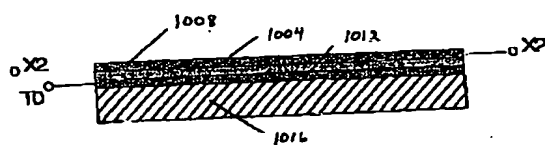
【図6】



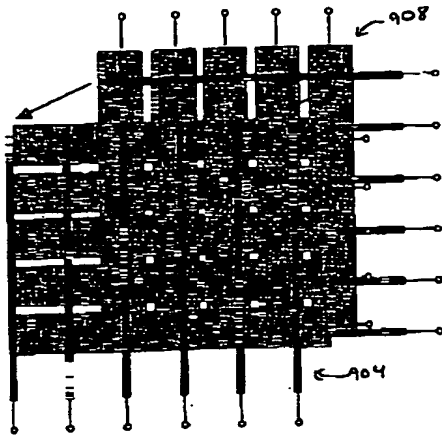
【図7】



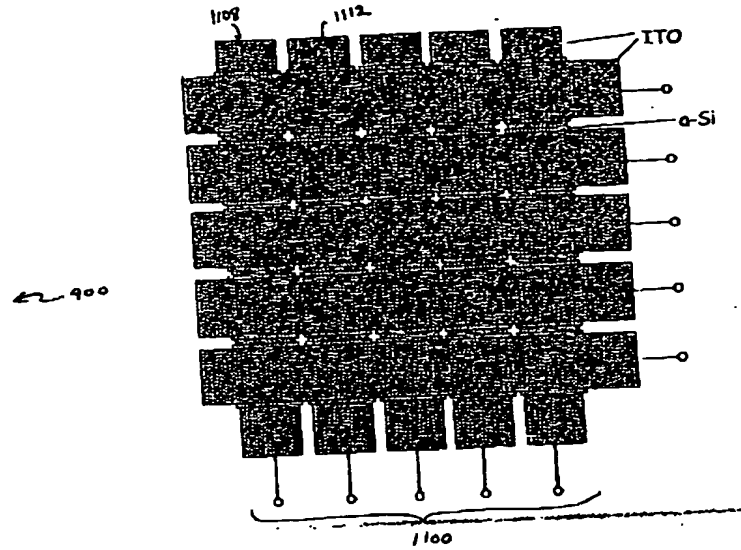
【図10】



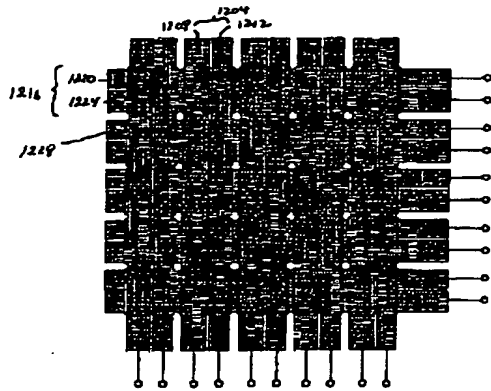
【図9】



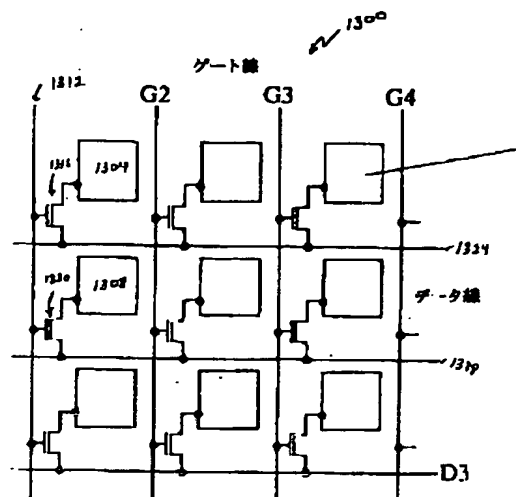
【図11】

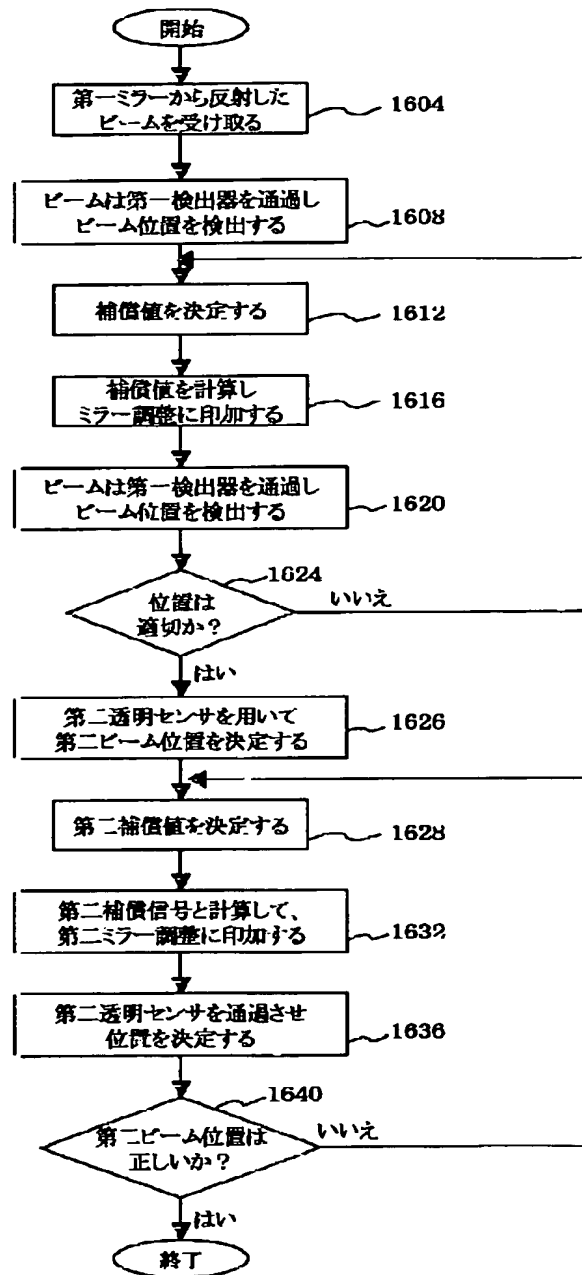


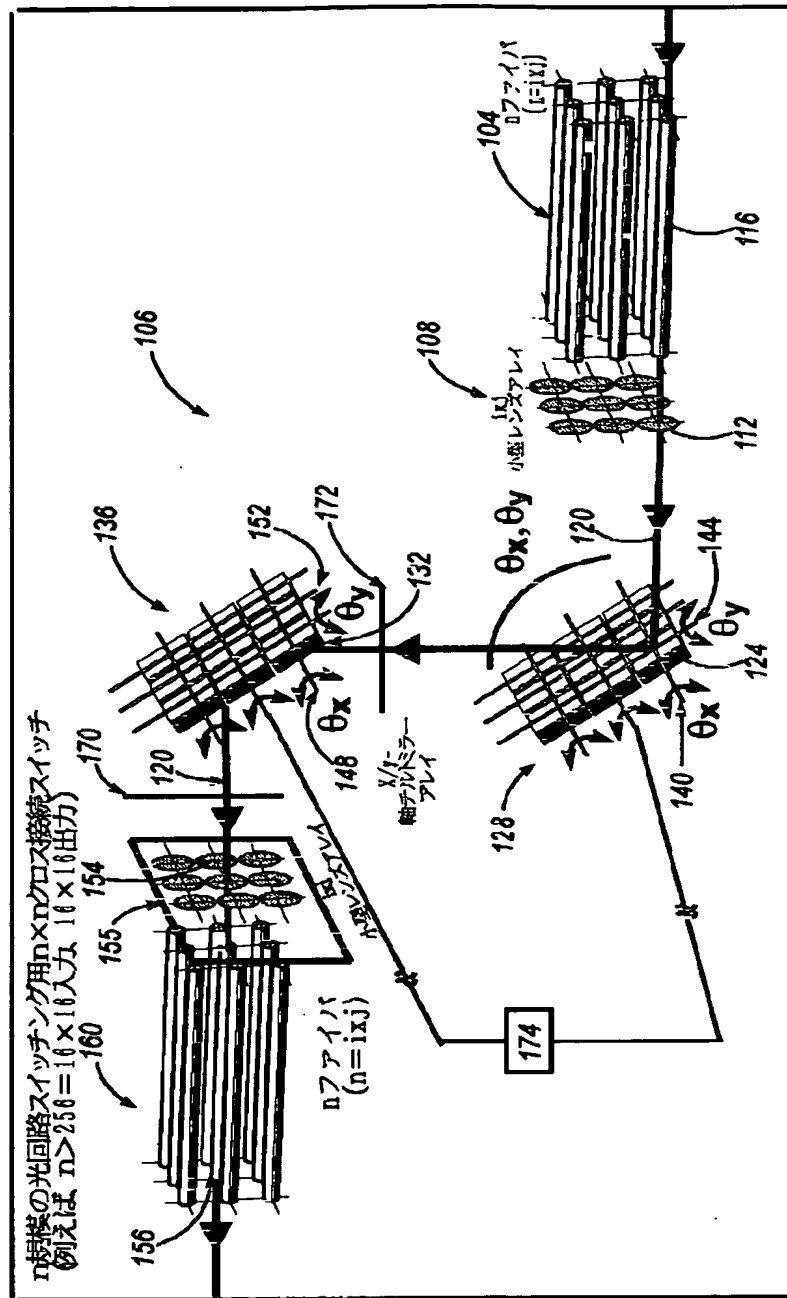
【図12】



【図13】







【手続補正2】

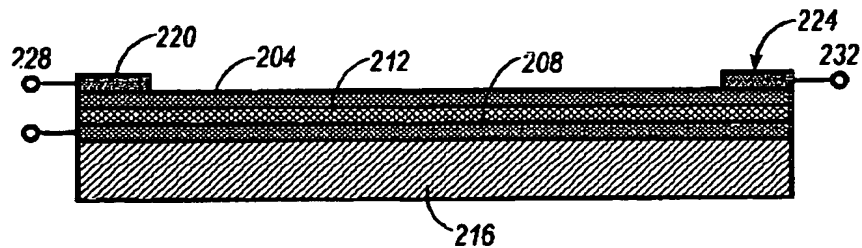
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】



【手続補正3】

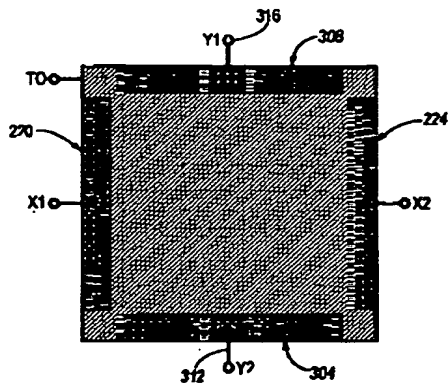
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 3】



【手続補正 4】

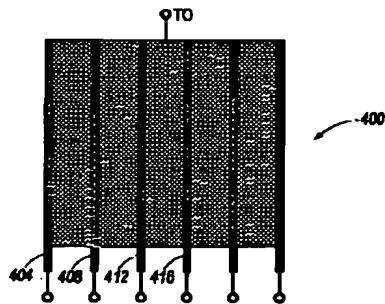
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 4】



【手続補正 5】

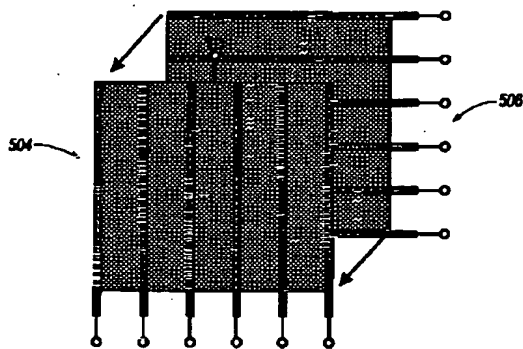
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 5】



【手続補正 6】

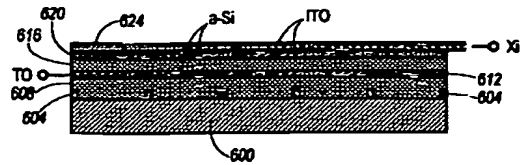
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 6

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 6】



【手続補正 7】

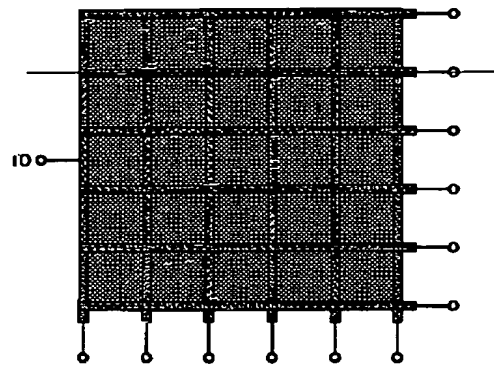
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 7】



【手続補正 8】

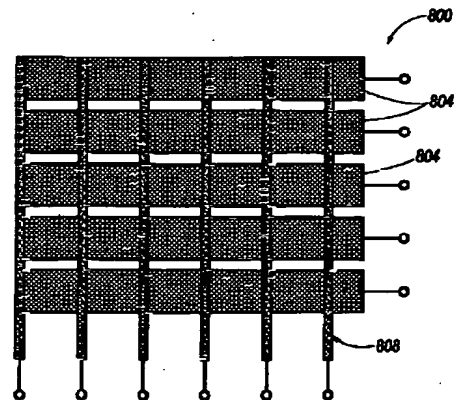
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 8】



【手続補正 9】

【補正対象書類名】図面

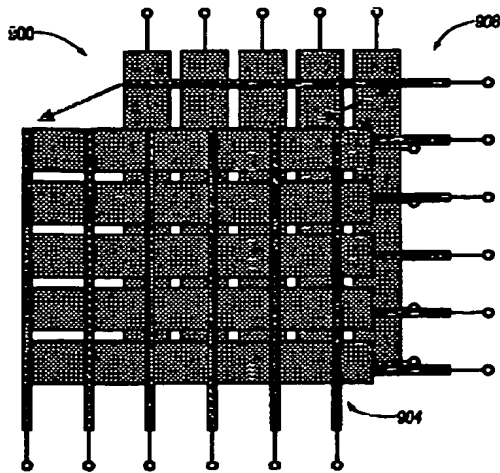
【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 9】





【手続補正10】

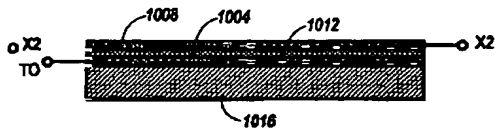
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図10

【補正方法】変更

【補正内容】

【図10】



【手続補正11】

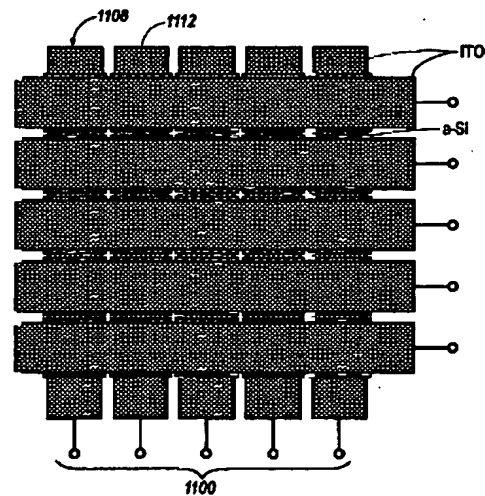
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図11

【補正方法】変更

【補正内容】

【図11】



【手続補正12】

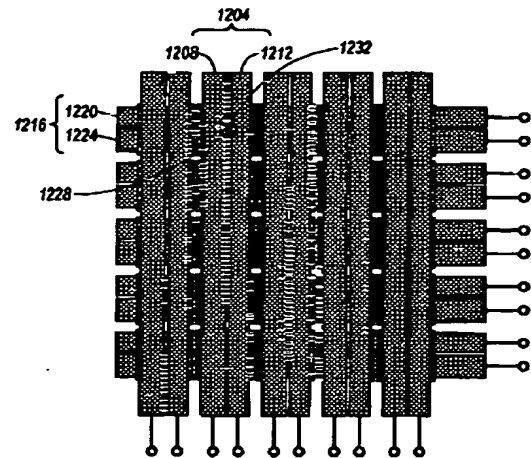
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図12

【補正方法】変更

【補正内容】

【図12】



【手続補正13】

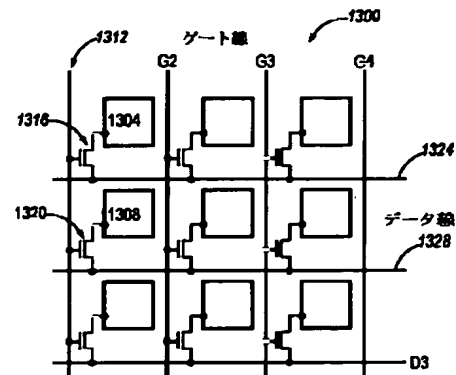
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図13

【補正方法】変更

【補正内容】

【図13】



【手続補正14】

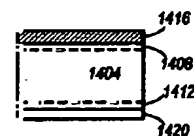
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図14

【補正方法】変更

【補正内容】

【図14】



【手続補正15】

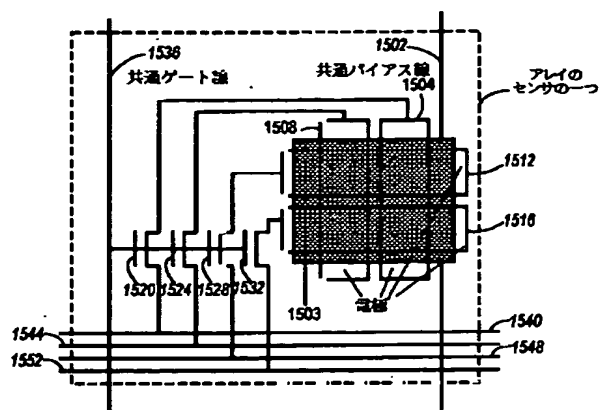
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図15

【補正方法】変更

【補正内容】

【图 15】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル エイ ローザ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン  
ノゼ エラン ヴィレッジ レーン  
350 アパートメント #209

(72)発明者 イェン ピン ルー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 マウ  
ンテン ビュー カルデロン アベニュー  
210 アパートメント 22

(72)発明者 クリストファー エル クア  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン  
ノゼ クリー ドライブ 636

Fターム(参考) 2H041 AA16 AB14 AC06 AZ02 AZ03  
AZ06